

MODERNÍ TECHNOLOGIE PŘI VÝUCE FYZIKY Z POHLEDU OČNÍ KAMERY

Veronika BURDOVÁ, Jiří TESAŘ, Vladimír VOCHOZKA

Abstrakt

Průspěvek se zabývá užitím IT technologií ve výuce fyziky na ZŠ. Využitím oční kamery analyzuje nově dostupný výukový software elektronické doplňky k učebnici fyziky. Porovnává žákovské dotazníkové hodnocení interaktivních doplňků s vyhodnocením práce s tímto software pomocí oční kamery.

MODERN TECHNOLOGY FOR TEACHING PHYSICS FROM THE VIEW OF THE EYE CAMERA

Abstract

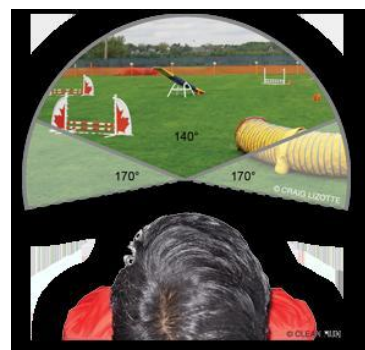
The paper deals with the use of IT technologies in teaching physics at primary schools. Utilizing an eye camera analyses the newly available teaching software electronic supplements to the physics textbook. It compares the pupil's questionnaire evaluation of interactive supplements with the evaluation of working with this software using an ophthalmic camera.

Multimediální doplňky k učebnicím fyziky pohledem oční kamery

Multimediální doplňky se stávají motivačním prvkem ve výuce fyziky. Nabízí se následující otázky. Jak s nimi žáci pracují? Používají nápovědu? Kam se při naběhnutí softwaru dívají? Co je nejvíce zaujme? Dívají se u testu na časomíru? apod. Na tyto otázky můžeme hledat odpovědi pomocí kvantitativního nebo kvalitativního výzkumu. V našem příspěvku jsme zvolili kombinaci obou výzkumů. Toto propojení nabízí zpřesnění získaných výsledků a zajímavý pohled na interaktivní doplněk k výuce fyziky. V příspěvku porovnáváme výsledky dotazníkového šetření s výstupy oční kamery. Ta zaznamenává pohyb očí při práci s daným interaktivním doplňkem.

Oční kamera

Oční kamera nabízí možnost sledování pohybu očí na monitoru počítače. Její princip vychází z anatomie lidského oka a poznatků optiky. Kromě anatomie a fyzikálního principu je pro funkci oční kamery dále důležité zrakové vnímání podnětů z okolí. Při sledování vizuálního podnětu, si nejprve vybereme určité oblasti v zorném poli, které vzbuzují naši pozornost obr. 1. Tyto oblasti mohou být zpočátku vnímány jen periferním viděním, ale posléze zrak přejde na zkoumání detailů. V tomto smyslu lze chápat objekty viděné periferním viděním jako ty, které určují, „kam“ bude směřovat další pozornost. Při pozdějším zaměření na detail už zrak zkoumá, na „co“ přesně se soustředíme.



Obr. 1: Lidské periferní vidění

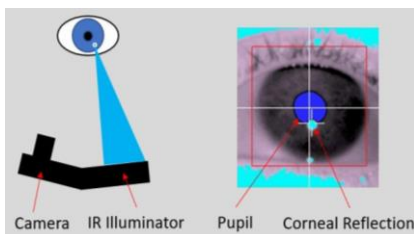
Podle teorie vidění rozlišujeme dva základní pohyby očí při sledování nepohybujícího se objektu: fixace a sakády. Sakády jsou vůlí řízené nebo na ní nezávislé pohyby, které vykonávají oči. Zaměřenou oblast vnímáme pouze v období fixace. Fixace by měla trvat nejméně 50 ms, aby mohlo dojít k získání vizuálních informací. Dle Duchowského [1] se fixace běžně pohybují v rozmezí 150–600 ms. Průměrně se udává, že fixace trvají 250–300 ms. Z nasnímaných dat se poté postupně pomocí algoritmů vyfiltrují body ze sakád a určí se polohy příslušející fixacím. Obr. 2 ukazuje záznam necelých tří sekund. Na obrázku jsou červeným kolečkem ukázány fixace, čím delší fixace tím větší kolečko.



Obr. 2: Ukázka sakád a fixací [2]

Spojnice představují sakády, které trvají kolem 20 ms. Pro sledování pohybu očí po monitoru počítače a jeho zobrazení existuje mnoho metod. Záznam pomocí kamery je založen na záznamu videa. Tyto metody se začaly vyvíjet přibližně před sto lety.

Princip a postup při sledování oční kamerou



Obr. 3: Sledování pohybu zorničky při pohybu hlavy (oka) [3]

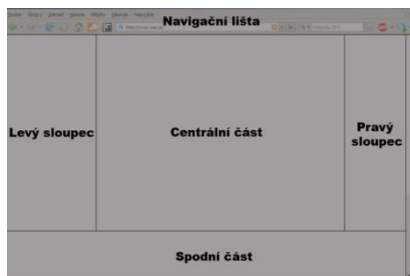
Na začátku je nutné provést kalibraci, která synchronizuje algoritmus přiřazení pohybu středu zornice oka (snímá kamera pod monitorem) s příslušným bodem na obrazovce. V praxi se však těžko udrží nehybnost hlavy (tedy oka jako celku) vůči kameře, a proto se kamera vybavuje ještě infračerveným paprskem (obr. 3), který se promítá do oka. Jeho odraz v oku potom poslouží k identifikaci hýbání oka jako celku vůči monitoru, a tedy i kameře. Díky tomu lze modifikovat záznam pohybu zorničky

po monitoru i při pohybu hlavy (oka).

Zajímavosti ze sledování oční kamerou

Učebnice a jejich interaktivní doplňky se často převádí do formátu podobnému webové stránce. Výzkum čtení webových stránek probíhá již několik let a přinesl mnoho zajímavých informací, které můžeme využít při tvorbě výukových materiálů.

Návštěvník stránek obvykle zaměří svoji pozornost na středovou část webu, poté zamíří doleva a následně doprava. Toto schéma se opakuje několikrát a je typické, i když dojde ke změně dané stránky. Nebyl pozorován rozdíl mezi začátečníky a pokročilými návštěvníky. Pokud byl uživateli zadán úkol, aby našel informaci, pohyb jeho očí se změnil. Jeho zrak nejprve zamíří doleva, kde očekával navigační menu. Po výběru odkazu směřuje pohled opět do středu stránky. Nenalezne-li požadovanou informaci, míří následně zpět do levého menu a teprve poté doprava. Pouze minimální čas stráví návštěvník ve spodní části webové stránky. Z výzkumu webových



Obr. 4: Prohlížení webové stránky [4]

prohlížečů vyllynulo písmeno F, které zobrazuje pohled většiny návštěvníků při vyhledávání. Na webové stránce návštěvník při jejím prohlížení strávil průměrně 11 s.

Průměrně si uživatel prohlédne 9,2 výsledků vyhledávání před prvním kliknutím na nabídnutý odkaz, rozhodování mu obvykle zabere dobu okolo 10 sekund a každý výsledek prohlíží zhruba 1,1 sekundy [13]. Překvapivým zjištěním bylo, že čas, který stráví různí uživatelé v jednotlivých částech stránky, je přibližně shodný [4].

Z výzkumu reklam, které můžeme využít při tvorbě interaktivních doplňků, vyplývá, že probandi zaznamenali více barevných inzerátů (92 %) než inzerátů bez barevného provedení (84 %) a jejich zrak mířil přednostně právě na barevné inzeráty. Testované osoby si barevný inzerát prohlíželi o 21 % déle než stejný inzerát v černobílé verzi. Téměř 96 % respondentů upřednostnilo grafickou inzerci před textovou [4].

Analýza výukového materiálu pomocí oční kamery

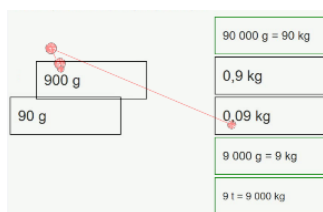
V příspěvku [5] byla provedena analýza elektronických doplňků [6] pro výuku tematického celku „Měření fyzikálních veličin“ na základě dotazníků zadaných žákům 6. tříd s rozšířenou výukou matematiky a přírodních věd. Jiný pohled na tyto výukové materiály nabízí analýza pohybu očí při práci s tímto softwarem. Jedná se o pilotní ověření. Toto ověření jsme provedli s jedním vybraným žákem opět ze třídy s rozšířenou výukou matematiky.

Oční kamera sledovala jeho zrak při práci s některými položkami z uvedeného výukového software, a sice pojmové mapy (slepou a úplnou), převody a co je na obrázku. V dotazníku měli žáci největší problémy s pojmovými mapami a s aktivitou co je na obrázku, proto jsme se na tyto dvě aktivity zaměřili.



Obr. 5: Schéma experimentu

Převody jednotek



Obr. 6: Fixace předposlední položky

Zvolená obtížnost byla střední. U této aktivity byly časy fixací nejkratší. Celkový čas strávený u této aktivity byl 38 sekund. Jednotky přiřazoval správně. Nejvíce fixací bylo u jednotek, u kterých v převodu vycházela desetinná čísla. Nejdříve fixoval na nesprávný převod, ale při přiřazování si tuto chybu uvědomuje a přetahuje položku správně. Práce s touto aktivitou nečinila problémy, a i žáci v dotazníku jí dali výborné hodnocení.

Myšlenkové mapy

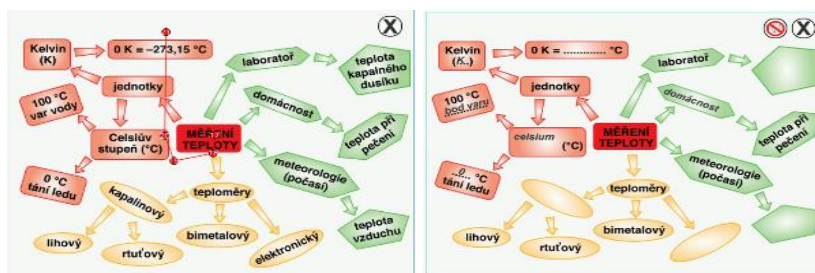
Myšlenkové mapy byly hodnoceny v dotaznících nejhůře, také během našeho experimentu se ukázalo, že s touto metodou nemají žáci zkušenosti a činí jim potíže.

Úplná myšlenková mapa

U ní se pohyb očí jeví hodně chaoticky. První fixace se objevují vlevo nahoře, a na centrální pojem fixuje až přibližně uprostřed sledování. Celkový čas strávený prohlížením této mapy byl 58 sekund. Prohlížení mapy často nepostupuje po šipkách, po kterých by se měl zrakem pohybovat, několikrát se vrací do oblasti jednotek. Délka fixací byla velmi malá (cca 20 ms).

Myšlenková mapa slepá

Tato aktivita navazovala na předchozí a zahrnovala vyplnění stejné struktury. S touto aktivitou měl proband největší problémy. Hodnoty fixací byly mnohonásobně větší než u ostatních aktivit (max. hodnota 200 ms). Tato aktivita byla jedinou aktivitou, kterou nedokončil, a některá pole zůstala úplně prázdná. Během vyplňování vyplnil i chybnou hodnotu v políčku 0 K. Zajímavé je, že se následně fixací k políčku vrací a hodnotu maže, pole nechává prázdné.



Obr. 7: Ukázka ze sledování úplné a slepé mapy

Co je na obrázku

Z této aktivity jsme do experimentu vybrali dva obrázky z měření délky.

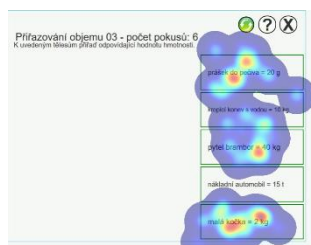
Posuvné měřítko – na začátku daný obrázek podrobně zkoumá a až poté si čte jednotlivé bubliny. U obrázku tráví více času, a to i u fixací. Během vyplňování bublin se fixacemi neustále vrací k obrázku. U poslední bubliny provede chybnou fixaci na stupnici v palcích. Protože se mu nepodaří přečíst nejmenší dílek, tak odpovídá, že se tato hodnota nachází na posuvném měřítku.

Laserový dálkoměr – na začátku si nejdříve prohlíží daný přístroj na obrázku. Prohlíží si rovnou displej přístroje a na něm zobrazenou hodnotu. S vyplněním bublin problémy nemá, upřesňuje druhou bublinu, ke které se po jejím prvním vyplnění znovu vrací a doplňuje konkrétní příklad využití. Před vyplněním třetí bubliny provede správnou fixaci na displeji, hodnotu ale vyplní špatně – uvede přesnost měření na cm.



Obr. 8: Fixace před zodpovězením poslední bubliny

Aktivita přiřazování



Obr. 9: Prohlížení přiřazení po úspěšném ukončení úkolu

Tato aktivita byla hodnocena velmi kladně v dotazníku žáků. Při pokusu se doba fixací se pohybovala kolem 50 ms. Na začátku si prohlíží všechny položky a hmotnosti. Nejvíce váhá u položek pytel brambor a kropicí konev s vodou. Zbývají mu tyto dvě položky a na výběr z hmotností 40 kg a 10 kg. Zde udělá chybu, protože pytel přetahuje na hodnotu 10 kg. Můžeme si položit otázku, zda není ze supermarketů zvyklý na malé pytle s brambory s touto hodnotou. Zajímavý je počet fixací po úspěšném ukončení tohoto úkolu, kdy si vše podrobně znovu

prohlíží a časy odpovídající jednotlivým fixacím se pohybují okolo 80 ms.

Závěr

Cílem tohoto příspěvku bylo ukázat možnosti využití oční kamery při tvorbě didaktických materiálů, resp. při ověřování jejich grafické a formální podoby. Užití oční kamery skýtá rovněž možnost zpětné vazby při tvorbě výukových elektronických doplňků a jejich implementaci do výuky. K vyhodnocení zkoumaného výukového software lze říci, že aby byly myšlenkové mapy přínosné, je nutné upravit jejich podobu zvýrazněním ústředního pojmu. Tento poznatek je samozřejmě nutné hlouběji ověřit. Závěry k ostatním položkám doplňku se víceméně shodují s provedeným dotazníkovým šetřením.

Literatura

1. KEKULE, Martina. Metoda oční kamery při výzkumu řešení úloh z fyziky žáky SŠ a VŠ. Matematika – fyzika – informatika [online]. Prometheus, 2015, 24, 123-131 [cit. 2018-06-15]. ISSN 1210-1761. Dostupné z: mfi.upol.cz/files/24/2402/mfi_2402_123_131.pdf
2. KLIMEŠ, Jeromír. Způsoby sledování pohybu zraku. In: E15.cz [online]. Praha [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: klimes.mysteria.cz/clanky/psychologie/ocnikamera_historie.pdf
3. HUTTON, Sam. How does eye tracking work?. In: SR Research EyeLink [online]. Ottawa, Ontario, Kanada, 2018 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: www.sr-research.com/eye-tracking-blog/how-does-eye-tracking-work/
4. RÁZEK, Zdeněk. Oční kamera: teorie a praxe. Praha, 2008. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze Fakulta informatiky a statistiky. Vedoucí práce Stanislav Horný.
5. TESAŘ, Jiří a František JÁCHYM. Moderní technologie při výuce fyziky z pohledu žáků. In: Veletrh nápadů učitelů fyziky 23. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2018, s. 7. ISBN 978-80-7394-719-4.
6. TESAŘ, Jiří a František JÁCHYM. Fyzika 1- fyzikální veličiny a jejich měření: interaktivní doplněk. Praha: SPN, a.s., 2018. ISBN 978-80-7235-618-8.

Kontaktní adresa

Mgr. Veronika Burdová

doc. PaedDr. Jiří Tesař, Ph.D.

Mgr. Vladimír Vochozka, Ph.D.

Katedra aplikované fyziky a techniky, Pedagogická fakulta, JU České Budějovice
Jeronýmova 10, 371 15 České Budějovice

E-mail: burdov00@pf.jcu.cz, raset@pf.jcu.cz, vvochozka@pf.jcu.cz